

Ждахин И.Л., Самсонова Э.Р., Новокрещенов С.А.

Zhdakhin I.L., Samsonova E.R., Novokreshchenov S.A.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

EFFECTIVE USE OF FUZZY LOGIC IN AUTOMATIC CONTROL

supremestail@gmail.com

*ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
г. Екатеринбург*



В работе проводится сравнение эффективности систем управления с аналоговым ПИД-регулятором и системы с fuzzy-регулятором.

A comparison of the efficiency of controlling system with analog PID – regulator and system with fuzzy – regulator was carried out in this article.

Математический аппарат, используемый в традиционных методах автоматического управления, не всегда в полной мере может удовлетворить нуждам современного производства. Поэтому в последнее время находят широкое распространение так называемые “мягкие вычисления”, основной принцип которых заключается в обеспечении приемлемого качества управления в условиях неопределённости при относительно невысоком уровне затрачиваемых ресурсов (стоимостных, временных, вычислительных и т. п.). К мягким вычислениям в настоящее время относят такие информационные технологии, как экспертные системы, нейронные сети, нечеткие системы, генетические алгоритмы и ряд других.

Понятие *нечетких множеств* (fuzzy sets) было введено в 1965 г. Л.Заде как обобщение понятия классических множеств. Построение нечетких систем основано на имитации действия человека-оператора при помощи ЭВМ. Действительно, человеку свойственно оперировать не количественными показателями, а качественными, но следует учитывать, что эти качественные понятия носят нечёткий характер. При этом, используются лингвистические переменные, описывающие входную ситуацию и управляющие воздействия на качественном уровне (например, «Расход ксантогената» - «Немного уменьшить», «Температура» - «Средняя», «Уровень пульпы» - «Не изменять»). Эти лингвистические переменные задаются на некоторой количественной шкале, при помощи которой определяются степени соответствия данных рассматриваемым понятиям. Для этого используются функции принадлежности, принимающие значения от 0 до 1. Возможные значения лингвистических переменных называются термами (например, для лингвистической переменной – «Уровень пульпы» термами являются «Понизить», «Повысить», «Не изменять»). Кроме того, задается набор правил, ставящих в соответствие входной ситуации определенное управляющее воздействие. Эти правила обычно имеют вид «Если ..., то...» и формируются при помощи эксперта или группы экспертов. Каждому такому правилу ставится в соответствие некоторая величина из интервала от 0 до 1, отражающая степень уверенности в предпринимаемых действиях. Таким образом, формируется нечеткое соответствие между пространством предпосылок и пространством заключений.

Для управления дискретными событиями обычно служит многоступенчатая логика, реализованная на программируемых логических контроллерах (ПЛК). Для непрерывного управления применяют релейные (двухпозиционные) или ПИД-регуляторы. Последние работают хорошо, когда управляемый объект находится в устойчивом режиме. В ситуациях же сильных помех, изменения параметров во времени или наличия запаздывания традиционные регуляторы могут не справиться со своей задачей, поскольку

исходное для них предположение о линейности объекта уже не действует. В подобных случаях замена (дополнение) ПИД-регуляторов регуляторами на нечеткой логике часто оказывается решением проблемы.

Широкому распространению fuzzy-систем управления в немалой степени способствует программа MATLAB, в составе которой имеется пакет программ по fuzzy-логике. Fuzzy Logic Toolbox позволяет создавать и редактировать fuzzy-системы управления с нечеткой логикой, называемые в терминах программной системы MATLAB - Fuzzy Inference System или FIS. Эти системы можно создавать, используя как графические инструменты, так и команды рабочего окна MATLAB. Кроме того, MATLAB включает в себя пакет моделирования динамических систем Simulink, который, в свою очередь, позволяет при помощи стандартных блоков, входящих в его библиотеку, сформировать одноконтурную или многоконтурную систему автоматике с аналоговым или fuzzy-регулятором.

В данной статье описывается эксперимент, целью которого является сравнение одноконтурной системы автоматике с аналоговым ПИД-регулятором и системы с fuzzy-регулятором.

Все исследования одноконтурной системы автоматического регулирования с аналоговым ПИД-регулятором в обратной связи (рисунок 1) проводятся при единичном ступенчатом воздействии.

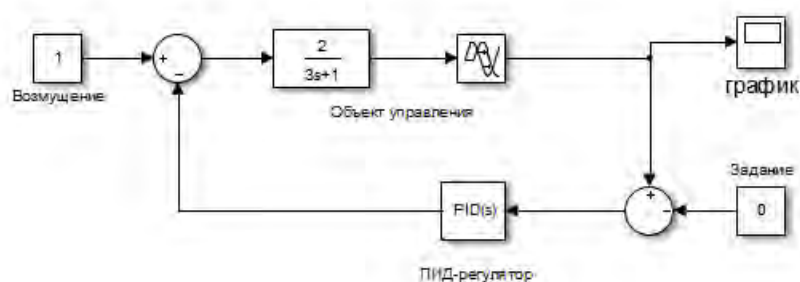


Рисунок 1. Модель одноконтурной системы автоматического регулирования.

Объект управления представляет собой последовательное соединение типовых звеньев автоматики: апериодического звена первого порядка и звена чистого запаздывания.

ПИД-регуляторы имеют дело лишь с одной переменной, поэтому необходимо множество независимых контуров управления, которые не могут «общаться» друг с другом. В тех случаях, когда необходимо учитывать взаимосвязь физических величин (параметров объекта), приходится строить полную математическую модель объекта, позволяющую найти решение. Нечеткая логика предоставляет высокоэффективное решение этой проблемы.

Для реализации ПИД - подобного fuzzy-регулятора необходимо в структурную схему модели добавить дифференциальную составляющую сигнала рассогласования, используя блок дифференцирования (рисунок 2).

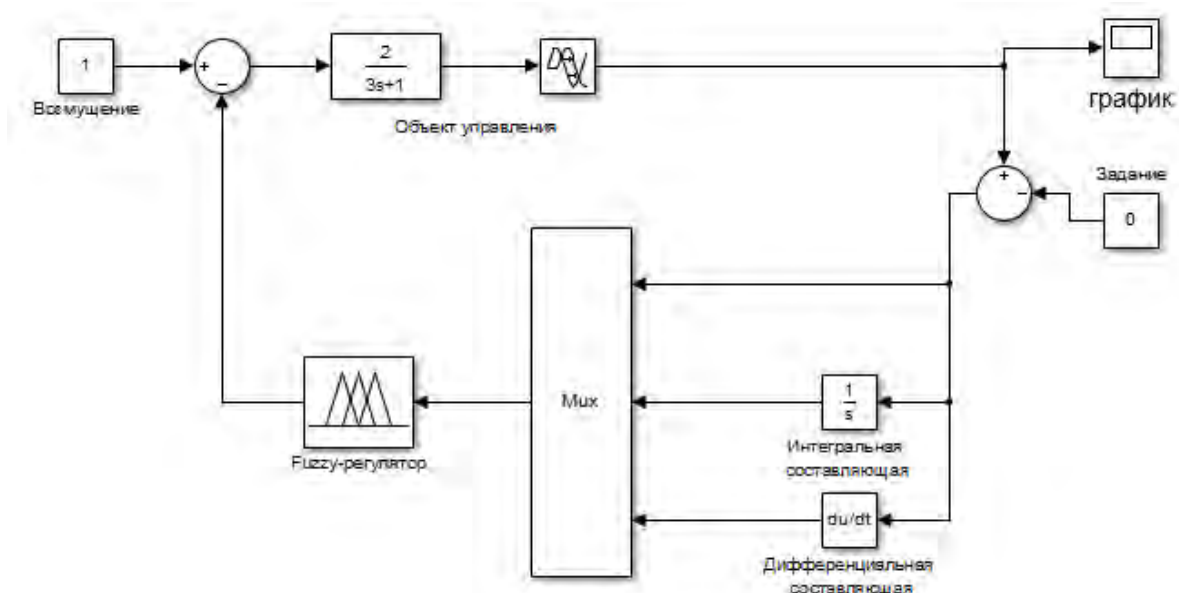


Рисунок 2. Модель одноконтурной системы автоматического регулирования с ПИД-подобным fuzzy-регулятором.

Графики переходных процессов для модели с аналоговым регулятором и модели с ПИД - подобным fuzzy-регулятором представлены на рисунке 3.

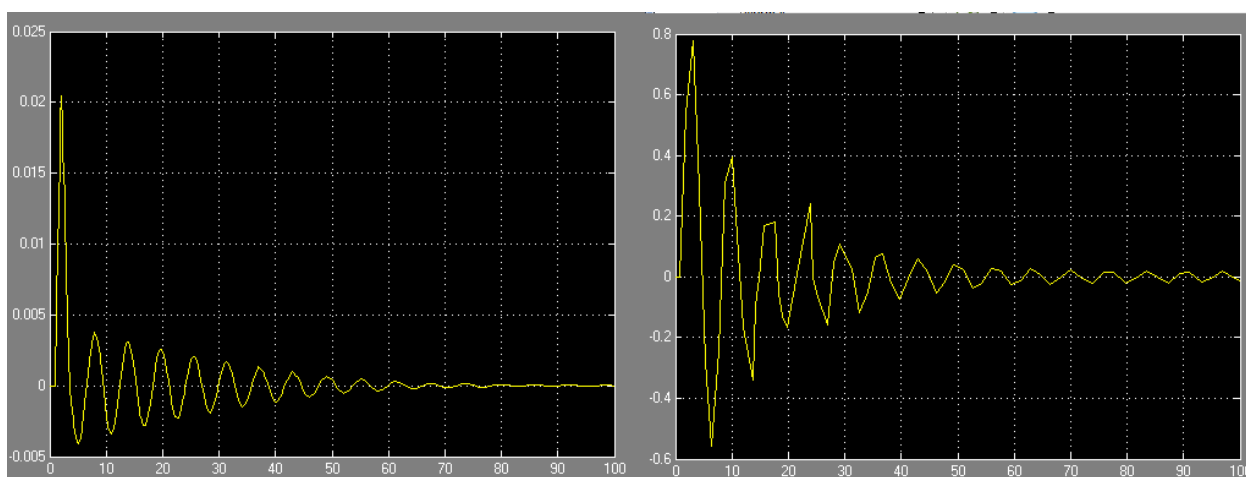


Рисунок 3. Графики переходных процессов для модели с аналоговым регулятором (а) и модели с ПИД - подобным fuzzy-регулятором (б).

Из рисунка 3 следует, что время регулирования и число колебаний меньше для системы с fuzzy-регулятором, а также значительно уменьшилась динамическая ошибка.

Ключ к успешному внедрению нечеткой логики в системы автоматического управления – в умелом сочетании её с традиционными средствами. Нечеткая логика не заменяет обычной техники управления, а дополняет её высокоэффективной методологией реализации стратегий многосвязного управления. Таким образом, основной потенциал нечеткой логики лежит в сфере реализации функций автоматического управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С. Я. Нечеткие ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М.: Наука, 1990.
2. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ./ Под ред. Р. Р. Ягера. М.: Радио и связь, 1986.